

日本大学工学部 正 員 高 橋 迪 夫
 日本大学工学部 正 員 木 村 喜代治
 日本大学工学部 小 嶋 健 一

1. ま え が き

一般的に、礫床河川においては河床に大きな礫が多数点在し、とくに平均的河床面から突出した大礫が、流れの抵抗特性、エネルギー損失機構、さらには礫の流送過程、等に対して大きな役割を演じていると考えられる。

前報¹⁾までは、粗礫近傍の流れの乱流構造を明らかにするための基礎的検討として、特性の基本となる単一半球粗度要素近傍の流れもできる限り詳細に把握することを試みてきた。本報は、前報までの基礎的検討を踏まえ、河床に存在する大きな粗度の配列および密度の相違による乱流構造の変化を明らかにするための1段階として、12 cm 千鳥に配列された粗度を有する開水路流れの2、3の水理特性を実験的に検討したものである。

2. 実 験 方 法

実験に用いた水路は、長さ8 m、幅25.0 cmの亚克力製のものであり、その底面全体に、粗度高 $k = 1.89$ cmのプラスチック製半球粗度要素が、12 cmの千鳥に配列されている。主な使用記号ならびに粗度の配列状態がFig. 1に説明されている。

実験は、Table 1に示す条件において行われた。なお、表中の $\bar{u}_{xb}$ は、水路底面の平均摩擦速度²⁾である。乱流計測には、円錐およびX型プローブをセンサーとしたホットフィルム流速計が用いられた。

3. 実験結果および考察

流れの基本的な特性を把握するために、流下方向の時間平均流速 $\bar{u}$ および乱流速度 $\bar{u}'$ の等速度線の一例を示したのが、Fig. 2および3である。粗度要素を越えた主流混合域は、剝離域との境界で乱れを生成しながら、 $x/k \approx 3$ 程度で路床面に到達し、その後、下流側の要素に沿って再び上昇あるいは拡散していることがう

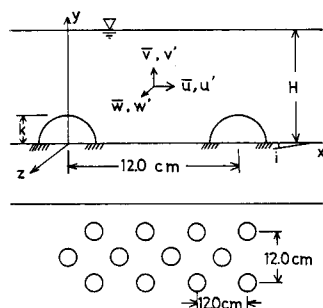


Fig. 1 記号ならびに粗度配列

Table 1 実験条件

粗度配列	i	Q (cm ³ /s)	H (cm)	Um(cm/s) (Q/8H)	$\bar{u}_{xb}$ (cm/s)	Fr (Um/√gR)	Re _k (Um·k/ν)	Re (Um·R/ν)
単一要素	1/1000	4600	5.52	33.3	1.98	0.54	6.4×10^3	1.28×10^4
千鳥配列	1/1000	4600	8.10	22.7	2.57	0.33	4.3×10^3	1.12×10^4

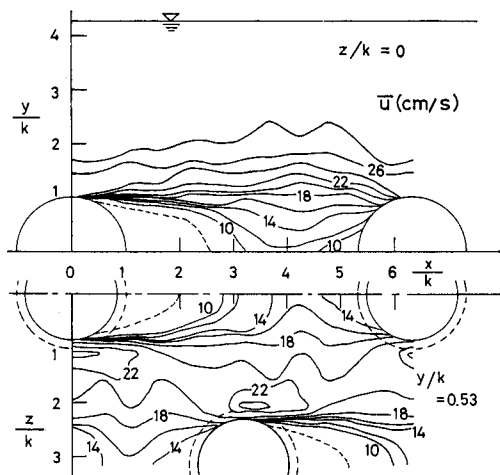


Fig. 2 等速度線

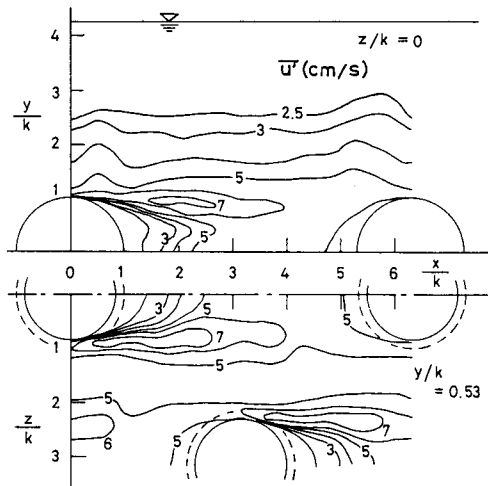


Fig. 3 乱れ等速度線

かがえる。剝離域は、再付着域より上流側の要素背後と要素前面に形成されるが、要素前面の剝離域は要素背後のものほど明瞭ではなく、また、その領域もかなり小さくなっていることが認められる。

つぎに、粗度中心軸上における乱れエネルギー分布の流下方向の変化の一例を示したのが Fig. 4 である。ただし、 $\overline{g^2} = \overline{u^2} + \overline{v^2} + \overline{w^2}$ である。この図より、乱れエネルギーは、 $x/k \approx 1$ 程度においては粗度頂面上に明瞭なピークを有する分布をとるが、 $x/k \approx 2$ 程度になると路床面に到達した乱れエネルギーの一部が底面近傍に、さらに、 $x/k \approx 3$ 程度になると頂面下方全域にわたって輸送、拡散され、大きな分布を示していることが認められる。この再付着域における乱れエネルギーの各方向成分の割合は、単一要素における結果と同様に、底面側の y 方向成分および、とくに x 方向成分の割合の増大によって、かなり均一化されることが確認されている。

つぎに、粗度中心軸上におけるレイノルズ応力分布の流下方向の変化が Fig. 5 に、また、単一要素における分布との比較の一例が、

Fig. 6 に示されている。

Fig. 5 にみられるように、レイノルズ応力は、いずれの x/k に対しても粗度頂面上において明瞭なピークを示す分布をとり、これが流下に伴って減衰していくと共に分布がゆるやかになるが、乱れエネルギーの結果にみられた、再付着域下流側における頂面下方の大幅な

分布の増大は認められない。一方、Fig. 6 より、本配列と単一要素とは、水面側において本配列の結果の方が幾分大きい値をとることが認められるが、ピーク部分における分布はほとんど類似となり、これより、本配列における流水の乱流構造は、単一要素における乱流構造とそれほど大きな差異はないことが推測される。

また、乱流構造の変化も検討するために、乱れエネルギーとレイノルズ応力との相関度もみのが Fig. 7 である。かなりのばらつきがあり明瞭な傾向は認めにくい、粗度頂面上ならびに、 $x/k \approx 3 \sim 4$ においては一部、水面側 ($y/k \approx 2$) において、乱れエネルギーに対するレイノルズ応力の割合がかなり増大することがうかがえる。

<参考文献>

- 1) 高橋・木村・田部, 第39回年次講演会概要集, 1984. 2) 木村, 土木学会論文報告集, No. 251, 1976.

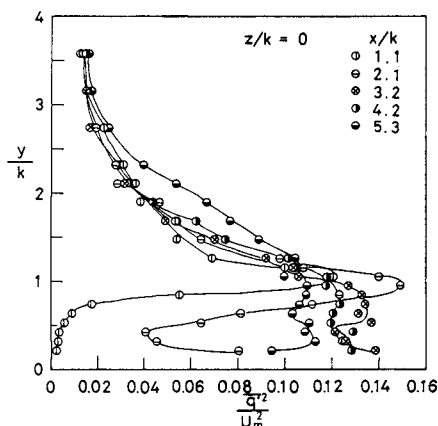


Fig. 4 乱れエネルギーの分布

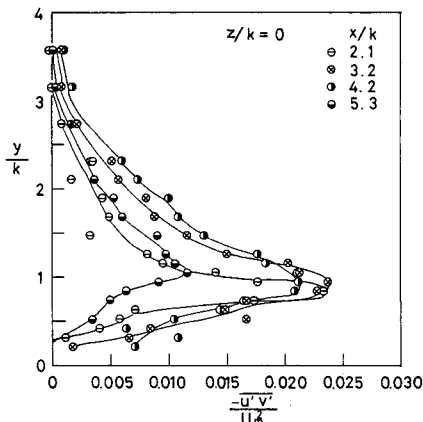


Fig. 5 レイノルズ応力の分布

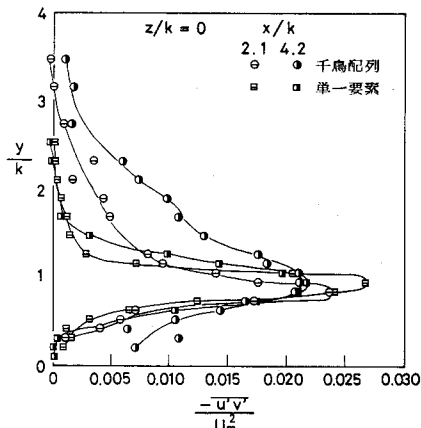


Fig. 6 千鳥配列と単一要素のレイノルズ応力の比較

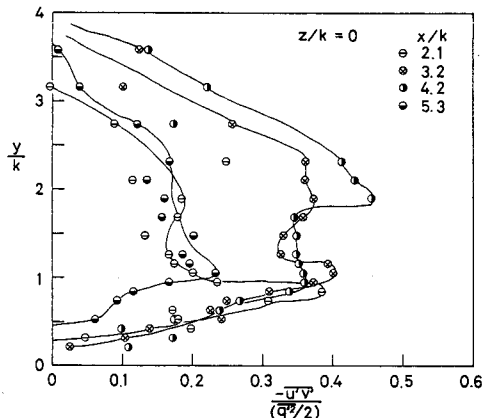


Fig. 7 レイノルズ応力と乱れエネルギーの相関